



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 199 10 902 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
H 04 B 17/00
G 01 R 23/18
G 01 R 23/20
G 01 R 29/00
H 04 N 17/00

21 Aktenzeichen: 199 10 902.8
22 Anmeldetag: 11. 3. 99
43 Offenlegungstag: 14. 10. 99

DE 199 10 902 A 1

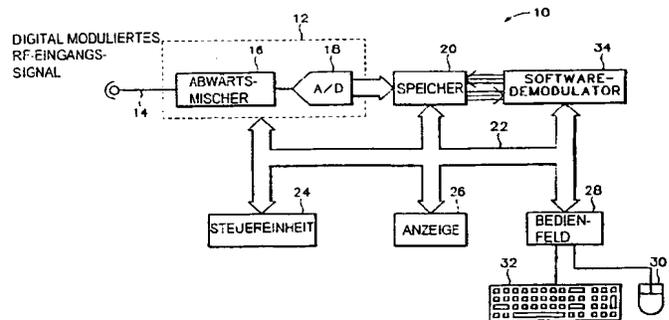
30 Unionspriorität:
09/052,801 31. 03. 98 US
71 Anmelder:
Tektronix, Inc., Wilsonville, Oreg., US
74 Vertreter:
STRASSE & HOFSTETTER, 81541 München

72 Erfinder:
Deshpande, Nikhil M., Beaverton, Oreg., US;
Bernard, Kyle L., Tigard, Oreg., US; Yau, Man-Kit,
Tigard, Oreg., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Messwerterfassungs- und -anzeigenvorrichtung

57 Ein Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem erzeugt graphische Anzeigen einer Summenverteilungsfunktion (CDF) der Messungen des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses eines digital modulierten RF-Signals und eines idealen digital modulierten RF-Signals, wie z. B. eines digitalen 8-VSB-Fernsehsignals. Ein variabler Zielarbeitspunkt oder Planfaktorwert ist in das System ein- gebbar, welcher einen Arbeitspunkt auf der Anzeige der idealen CDF des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses definiert. Der entsprechende Arbeitspunkt auf der Anzeige der CDF des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Signals wird bestimmt und zusammen mit einer numerischen Anzeige der Differenz zwischen dem idealen und dem realen Arbeitspunkt numerisch ange- zeigt. Alarmgrenzvariablen können zum Erzeugen eines Alarmsignals, wenn das Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnis des RF-Signals die Alarmgrenzen überschreitet, eingestellt werden. Das Meßwerteerfassungs- und -anzeigesystem erzeugt ferner eine graphische An- zeige des Kanalfrequenzspektrums des digital modulierten RF-Signals.



DE 199 10 902 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft im allgemeinen das Verarbeiten und Anzeigen von digitalen Daten und insbesondere das Verarbeiten von digital modulierten RF-Signalen zur Darstellung von Meßdaten, die mit der Spitzen-Durchschnitt-Leistung des digital modulierten RF-Signals, wie z. B. digitalen 8-VSB-Fernsehsignalen, in Beziehung stehen.

Die Federal Communications Commission hat auf den Digitalen Fernsehstandard umgestellt, der vom Advanced Television Systems Committee (ATSC) entwickelt wurde. Der Digitale Fernsehstandard ist dazu ausgelegt, Bild- und Ton- und Zusatzdaten mit hoher Qualität über einen Kanal von 6 MHz zu übertragen. Das System liefert zuverlässig über 19 Mbps Durchsatz in einem terrestrischen Rundfunkkanal von 6 MHz und etwa 38 Mbps Durchsatz in einem Kabelfernsehsignal von 6 MHz, wo ein höheres Signal-Rausch-Verhältnis gewährleistet wird. Der Standard beschreibt die Kanalcodierungs- und Modulations-RF/Übertragungs-Untersysteme für terrestrische und Kabelanwendungen. Die Modulation verwendet einen Digitaldatenstrom, um das übertragene Signal zu modulieren. Das Modulationsuntersystem bietet zwei Betriebsarten: einen terrestrischen Rundfunkmodus (8-VSB) und einen Modus mit einer höheren Datenübertragungsgeschwindigkeit (16-VSB).

Das im Digitalen Fernsehstandard implementierte Modulationsverfahren verwendet eine Restseitenband-Modulation, die von der Zenith Corp. entwickelt wurde. Das Gesamtsystem-Ansprechverhalten des kombinierten Senders und Empfängers verwendet einen Raised-Cosine-Filter, um die Intersymbolinterferenz zu beseitigen. Das Systemansprechverhalten wird mit angepaßten Root-Raised-Cosine-Filtern im Sender und im Empfänger implementiert. Der eingehende Digitaldatenstrom wird auf Zufallszahlen umgerechnet, einer Vorwärtsfehlerkorrektur (FEC, Forward Error Correction) unterzogen und verschachtelt. Die auf Zufallszahlen umgerechneten, FEC-codierten und verschachtelten Daten werden als 8-stufige (3-Bit) eindimensionale Konstellation trelliscodiert. Die Ausgangssignale des Trellis-Codierers werden als Symbole bezeichnet, die eine von acht diskreten ungeradzahigen Stufen von -7 bis +7 sind, die vom Codierer festgelegt werden. Um die Synchronisation in Situationen mit niedrigem Signal-Rausch-Verhältnis und mit sehr vielen Wegen zu unterstützen, werden Segment- und Feldsynchronisierungspulse zu dem Signal mit 10,76 Msymbolen/Sek. sowie ein kleiner Pilotton bei der Trägerfrequenz hinzugefügt, welcher durch Verschieben des realen oder I-Kanals des zusammengesetzten Signals, das die Daten und die Synchronisierungspulse enthält, um 1,25 Einheiten erzeugt wird. Am Sender läuft das zusammengesetzte Signal durch einen Root-Raised-Cosine-Filter und moduliert ein Zwischenfrequenz-Trägersignal, das zu einer RF-Frequenz zur Übertragung mit der gewünschten Kanalfrequenz aufwärts gemischt wird. Die Verschiebung bewirkt, daß der Pilotton bei der I-Kanal-Trägerfrequenz phasengleich ist. Alternativ kann das zusammengesetzte Signal den RF-Träger direkt modulieren.

Beim digitalen Fernsehsignalstandard ist die Durchschnittsleistung des digitalen TV-Signals unabhängig vom Szeneninhalte, der Bewegung und anderen Variablen und eignet sich zur Messung. Aufgrund der Art des digitalen Modulationsschemas existieren jedoch vorübergehende Spitzen im übertragenen Signal, die in ihrer Art zufällig sind und hinsichtlich des Prozentsatzes der Zeit, in der die Spitze die Durchschnittsleistung um einen in dB ausgedrückten Nennwert übersteigt, statistisch ausgedrückt werden müssen. Durch Messungen an experimentellen digitalen Übertra-

gungssystemen wird das optimale Verhältnis der vorübergehenden Spitzenleistung zur durchschnittlichen Spitzenleistung als etwa 6 dB festgelegt. Bei 6 dB Höhenunterschied zwischen der Durchschnittsleistung und der Spitzenleistung werden vorübergehende Spitzen in einem Bereich von etwa 0,24% der Zeit angetroffen. Diese vorübergehenden Spitzen sind für nicht-lineare Betrachtungen von Bedeutung, wie z. B. Komprimierung der Ausgabevorrichtungen und Spannungsausfall in Übertragungsleitungen.

Ein Aufsatz mit dem Titel "Measuring Peak/Average Power Ratio of the Zenith/AT_T DSC-HDTV Signal with a Vector Analyzer" von Gary Sgrignoli, das in den IEEE Transactions of Broadcasting, Band 39, Nr. 2, Juni 1993, erschienen ist, beschreibt eine Summenverteilungsfunktion (CDF, Cumulative Distribution Function) des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses für das digitale Fernsehsignal und die Anforderungen und den Prozeß zur Durchführung dieser Messung unter Verwendung eines Hewlett-Packard 89440A Vektorsignalanalysators. Der HP 89440A Vektorsignalanalysator wurde zum Erfassen und Verarbeiten des HDTV-Signals verwendet, um eine Anzeige der Zeit als Funktion der Ausgangsspannung zu erzeugen, die als CDF-Anzeige des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses interpretierbar ist. Da CDF-Anzeigen keine systemeigene Funktion im Vektoranalysator sind, bestand ein Bedarf für die Programmierung des Vektoranalysators, um die relevanten Daten zu erfassen und anzuzeigen, unter Verwendung einer BASIC-Programmiersprache für das Instrument, die in das Instrument integriert ist, welches einen systemeigenen Editor, ein systemeigenes Fehlersuchprogramm und systemeigene Programmier-Dienstprogramme umfaßt. Das Instrument wurde programmiert, um das Instrument auf Einschalt-Standardparameter zu initialisieren und eine Bereitmeldung für die Eingabe der Mittenfrequenz des modulierten RF- oder ZF-Datensignals bereit zusteilen und die Anzahl der zu verarbeitenden erfaßten Datenblöcke ("Durchläufe") festzulegen. Die Durchschnittsleistung der HDTV-Leistungshüllkurve wurde unter Verwendung von Leistungsband-Markierungen, die auf eine um die Mittenfrequenz zentrierte Bandbreite von 6,0 MHz eingestellt wurden, bestimmt. Es wurde eine Langzeitmessung durchgeführt, bei der das Signal für 100 Datenblöcke RMS-gemittelt wurde. Es wurden Zeitabstastwerte der Signalhüllkurven-Leistungsabstastwerte über einen Datenblock von 2048 Abstastpunkten erfaßt und es wurde ein Histogramm der Spitzen-Durchschnitt-Leistung erzeugt. Das Instrument kehrte in einer Schleife zurück und erfaßte einen weiteren Block von Hüllkurven-Zeitabstastwerten in einem Einmalwobbelmodus, bis die anfänglich festgelegte Anzahl von Durchläufen vollständig war. Der Autor gab an, daß 100 Datenblöcke zur Erfassung und Anzeige der Daten verwendet wurden.

Durch Skalieren und Integrieren des Spitzen-Durchschnitt-Histogramms wurde eine CDF-Anzeige erzeugt. Die x-Achse der Anzeige wurde mit Zeit in μ s anstelle von Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnis in dB beschriftet, und die y-Achse wurde mit Spannung in V_{pk} anstelle von Prozentsatz beschriftet. Dies war das Ergebnis der Verwendung des Vektorsignalanalysator-Bildschirms, um Nichtstandard-Ausgangsdaten anzuzeigen. Der Autor gab an, daß die angezeigten Daten durch Umwandeln des CDF-Diagramms in ein Diagramm mit logarithmischer Y-Achse durch Übertragen der Daten auf eine Diskette und Verwenden einer externen Zeichensoftware genauer angezeigt werden könnten. Das CDF-Diagramm wurde auf einem PC-kompatiblen Computer unter Verwendung einer Dienstprogrammsoftware von Hewlett-Packard in das ASCII-Format umgewandelt. Die Daten wurden dann für die anschließende logarithmische Auftragung in ein eigenständiges Graphik-Software-

paket eingelesen. Das Diagramm der Zeit als Funktion der Spannung auf dem Vektorsignalanalysator konnte durch Lesen der Y-Achsen-Markierung direkt als Prozentsatz und nicht als V_{pk} und Lesen des X-Achsen-Markierungswerts direkt als dB und nicht als μs und Subtrahieren von 30 interpretiert werden.

Eine spätere Version des Hewlett-Packard Vektorsignalanalysators, der HP89441A, stellt einem Benutzer einen auswählbaren Spitzenprozentwert zur Verfügung und liest ein Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnis in dB aus, ohne eine Anzeige der CDF des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses bereitzustellen. Unter Verwendung von Schaltflächen auf dem Bedienfeld des Instruments ruft der Benutzer ein Menü zum Auswählen eines Spitzenprozentwertes der Zeitwerte zwischen 90 und 99,9% auf. Das Instrument erfaßt und verarbeitet das ZF-Signal, das das HDTV-RF-Signal darstellt, und liest das Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnis für den ausgewählten Spitzenprozentwert des Zeitwerts aus.

Die Verwendung der vorstehend beschriebenen Instrumente erfordert ein technisches Wissen des Benutzers über die 8-VSB-Technologie. Dieses Wissen würde eine Fähigkeit beinhalten, das CDF-Diagramm des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses mit einem idealen CDF-Diagramm des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses in Beziehung zu bringen und dieses Wissen im Zusammenhang mit einem "Arbeitspunkt" oder "Planfaktor" zum Einstellen des 8-VSB-Senders zu verwenden. Der Benutzer müßte wissen, wie ein ideales CDF-Diagramm des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses aussieht, und müßte die x- und y-Koordinaten für die verschiedenen Punkte auf der idealen CDF-Kurve kennen. Der Benutzer müßte auch die Fähigkeit besitzen, die Anzeige der Zeit als Funktion der Spannung in ein CDF-Diagramm des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses zu interpretieren. Es erfordert auch, daß ein Benutzer Daten vom Instrument auf einen PC herunterlädt und eine zusätzliche Verarbeitung ausführt, um ein CDF-Diagramm des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses genau zu erzeugen. Um ein CDF-Diagramm des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses unter Verwendung eines Instruments einer späteren Version zu erzeugen, wäre eine manuelle Auswahl einer Reihe von Spitzenprozentwerten aus den verfügbaren Spitzenprozentwerten und manuelles Auftragen der resultierenden Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses auf Papier erforderlich.

Was benötigt wird, ist ein Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem zum Erzeugen und Anzeigen einer graphischen Darstellung einer CDF des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses eines digital modulierten RF-Signals, wie z. B. des terrestrischen 8-VSB-Rundfunksignals, zusammen mit einer graphischen Darstellung der idealen CDF des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des terrestrischen 8-VSB-Rundfunksignals zum Vergleich mit der Messung des realen Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses. Das Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem sollte ermöglichen, daß ein Benutzer Planfaktorinformationen eingibt und Daten auf der Basis der erfaßten und angezeigten CDF der Messung des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses zurück erhält. Außerdem sollte das Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem auf den gesamten Bereich der Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und der Werte des Zeitprozentwertes, die mit der CDF der Messung des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses verbunden sind, zugreifen. Ferner sollte das Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem eine kontinuierliche Überwachung und Alarmfähigkeiten bereitstellen.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Folglich ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem, das die Kurven der Summenverteilungsfunktion (CDF) von Messungen des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses von sowohl einem realen als auch einem idealen digital modulierten Radiofrequenzsignal graphisch anzeigt.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem, das auswählbare Planfaktorwerte zum Abstimmen eines Senders, der ein digital moduliertes Radiofrequenzsignal erzeugt, bereitstellt.

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist ein Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem, das Zahlenwerte anzeigt, die einen Planfaktorwert mit realen und idealen statistischen Datenmatrizen in Beziehung bringen, welche Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und zugehörige Zeitprozentwerte der Meßkurven des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses enthalten.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem, das auswählbare Alarmwerte zum Erzeugen von Alarmsignalen, wenn das Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnis des Radiofrequenzsignals die Alarmwerte überschreitet, bereitstellt.

Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem, das ein Frequenzspektrum des digital modulierten Radiofrequenzsignals erzeugt und anzeigt.

Das Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem der vorliegenden Erfindung eignet sich zum Empfangen eines digital modulierten Radiofrequenzsignals und zum Erzeugen von Digitaldatenwerten, die ein digital moduliertes Zwischenfrequenzsignal darstellen, welches von dem digital modulierten Radiofrequenzsignal abwärts gemischt wurde. Das System umfaßt einen Prozessor, der die Digitaldatenwerte zum Erzeugen eines durchschnittlichen Leistungswerts, der für das Radiofrequenzsignal repräsentativ ist, verarbeitet. Der Prozessor erzeugt ferner eine erste statistische Matrix, die eine erste Gruppe von Werten, die Spitzenleistungspegel des Radiofrequenzsignals repräsentieren, welche von der Durchschnittsleistung des Radiofrequenzsignals abweichen, und eine zweite Gruppe von Werten, die Prozentsätze der Zeit darstellen, in der die Spitzenleistungspegel von der Durchschnittsleistung abweichen, enthält, wobei jeder Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses einen zugehörigen Zeitprozentwert besitzt. Das System umfaßt einen Speicher, der eine zweite statistische Matrix enthält, die eine entsprechende ideale digital modulierte Radiofrequenz darstellt, welche eine erste Gruppe von Werten, die ideale Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisse des idealen Radiofrequenzsignals darstellen, und eine zweite Gruppe von Werten, die ideale Zeitprozentwerte darstellen, die zu den idealen Werten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses gehören, enthält. Eine Anzeigevorrichtung zeigt graphisch die Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und die zugehörigen Zeitprozentwerte der ersten und zweiten statistischen Matrizen an, die das digital modulierte Radiofrequenzsignal und das entsprechende ideale digital modulierte Radiofrequenzsignal darstellen.

Das System umfaßt eine Planfaktorfunktion, wobei der Prozessor einen variablen Wert empfängt, der einen Planfaktorwert darstellt, und den Planfaktorwert an einen der idealen Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses anpaßt zum Bestimmen des entsprechenden Werts des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals. Der Prozessor bestimmt den Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals durch Anpassen des zum idealen Wert des

Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses gehörenden idealen Zeitprozentwert an den nächsten Zeitprozentwert, der zum Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals gehört. Der Prozessor berechnet einen Differenzwert zwischen dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und dem Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals und zeigt den Differenzwert zusammen mit dem Planfaktorwert, den idealen Zeitprozentwert, der zum idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses gehört, welcher an den Planfaktorwert angepaßt ist, und den entsprechenden Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals, der an den idealen Zeitprozentwert angepaßt ist, auf der Anzeigevorrichtung numerisch an.

Das System ist konfigurierbar zum Ändern des Planfaktorwerts auf Zeitprozentwerte, wobei der Prozessor einen variablen Wert empfängt, der einen Planfaktorwert des Zeitprozentsatzes darstellt, und den Planfaktorwert des Zeitprozentsatzes an einen idealen Zeitprozentwert und seinen zugehörigen idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungspegelverhältnisses zum Bestimmen des entsprechenden Werts des Spitzen-Durchschnitt-Leistungspegelverhältnisses des Radiofrequenzsignals anpaßt. Der Prozessor paßt den idealen Zeitprozentwert an den nächsten Zeitprozentwert, der zum Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals gehört, an. Der Prozessor berechnet den Differenzwert zwischen dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und dem Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals und zeigt den Differenzwert zusammen mit dem Planfaktorwert des Zeitprozentsatzes, den idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses, der zum idealen Zeitprozentwert gehört, welcher mit dem Planfaktorwert in Beziehung steht, und den entsprechenden Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals, der an den idealen Zeitprozentwert angepaßt ist, auf der Anzeigevorrichtung numerisch an.

Das System umfaßt ferner sich schneidende vertikale und horizontale Cursor, die vom Prozessor erzeugt werden und einen Schnittpunkt aufweisen, der gleich dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses ist, der dem Planfaktorwert entspricht. Die Anzeigevorrichtung zeigt die sich schneidenden vertikalen und horizontalen Cursor graphisch an, wobei der Schnittpunkt auf der graphischen Anzeige des idealen digital modulierten Radiofrequenzsignals dort positioniert ist, wo der Schnittpunkt gleich dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses ist. Der Prozessor erzeugt ferner die sich schneidenden vertikalen und horizontalen Cursor, wo der Schnittpunkt gleich dem idealen Zeitprozentwert ist, der dem Planfaktorwert entspricht. Die Anzeigevorrichtung zeigt die sich schneidenden vertikalen und horizontalen Cursor graphisch an, wobei der Schnittpunkt auf der graphischen Anzeige des idealen digital modulierten Radiofrequenzsignals dort positioniert ist, wo der Schnittpunkt gleich dem idealen Zeitprozentwert ist.

Das Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem empfängt ferner einen variablen Wert, welcher eine Alarmgrenze darstellt, zum Erzeugen eines Alarmsignals, wenn der Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals entsprechend dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses, der an den Planfaktorwert angepaßt ist, die Alarmgrenze überschreitet. Das System empfängt auch einen variablen Wert, der eine Alarmgrenze darstellt, zum Erzeugen eines Alarmsignals, wenn der Differenzwert zwischen dem Wert des Spitzen-Durch-

schnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals und dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses beim Zeitprozentwert die Alarmgrenze überschreitet.

Das System umfaßt ferner den Prozessor, der die Digitaldatenwerte zum Erzeugen von Werten des Frequenzspektrums, die das Frequenzspektrum des digital modulierten Radiofrequenzsignals darstellen, verarbeitet. Die Anzeigevorrichtung erzeugt eine graphische Anzeige der Werte des Frequenzspektrums, die das Frequenzspektrum des digital modulierten Radiofrequenzsignals darstellen.

Der Prozessor in dem System gemäß der vorliegenden Erfindung empfängt ferner einen ersten Wert, der eine graphische Anzeige der Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und der zugehörigen Zeitprozentwerte von ersten und zweiten statistischen Matrizen, die das digital modulierte Radiofrequenzsignal und das entsprechende ideale digital modulierte Radiofrequenzsignal darstellen, darstellt, und einen zweiten Schaltflächenwert, der die graphische Anzeige der Werte des Frequenzspektrums des digital modulierten Radiofrequenzsignals darstellt, zum selektiven Anzeigen auf der Anzeigevorrichtung der graphischen Anzeige der Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und der zugehörigen Zeitprozentwerte der ersten und zweiten statistischen Matrizen, die das digital modulierte Radiofrequenzsignal und das entsprechende ideale digital modulierte Radiofrequenzsignal darstellen, und der graphischen Anzeige der Werte des Frequenzspektrums des digital modulierten Radiofrequenzsignals.

Die Aufgaben, Vorteile und neuen Merkmale der vorliegenden Erfindung sind aus der folgenden detaillierten Beschreibung ersichtlich, wenn sie in Verbindung mit den beigefügten Ansprüchen und den zugehörigen Zeichnungen gelesen wird.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1 ist ein repräsentatives Blockdiagramm eines Meßwerterfassungs- und -anzeigesystems zum Anzeigen einer Summenverteilungsfunktion der Messungen des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 ist eine repräsentative Anzeige, die auf einer Anzeigevorrichtung in dem Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem gemäß der vorliegenden Erfindung erzeugt wird.

Fig. 3 ist eine Registerseitenanzeige mit dem Reiter "Messung" in dem Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 ist eine Registerseitenanzeige mit dem Reiter "Grenzen" in dem Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 5 ist eine Registerseitenanzeige mit dem Reiter "System" in dem Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 6 ist ein Blockdiagramm eines ZF-Signalgenerators zur digitalen Modulation zum Erzeugen eines idealen digital modulierten ZF-Signals zur Erzeugung von idealen Werten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und Zeitprozentwerten, die in dem Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Fig. 7 ist eine Kanalspektrumanzeige auf der Anzeigevorrichtung in dem Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem gemäß der vorliegenden Erfindung.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

Mit Bezug auf Fig. 1 ist ein repräsentatives Blockdiagramm eines Meßwert erfassungs- und -anzeigesystems **10** zum Anzeigen von erfaßten und verarbeiteten Digitaldatenwerten eines digital modulierten Radiofrequenz (RF)-Signals dargestellt. Das Meßwertanzeigesystem **10** umfaßt einen Hardware-Vorrechner **12**, der ein digital moduliertes RF-Eingangssignal **14** empfängt. Das RF-Signal **14** wird durch Hardware-Abwärtsmischerschaltkreise **16**, welche im allgemeinen einen oder mehrere Mischer im ZF-Signalweg enthalten, auf ein digital moduliertes Zwischenfrequenz (ZF)-Signal abwärts gemischt. Jeder Mischer wird von einem Lokaloszillator angesteuert. Ein Analog-Digital(A/D)-Wandler **18** empfängt das digital modulierte ZF-Signal und wandelt das Signal in Digitaldatenwerte um, die im Speicher **20** gespeichert werden. Der Speicher **20** umfaßt sowohl einen RAM, einen ROM als auch einen Cache-Speicher, wobei der RAM-Speicher flüchtige Daten speichert, wie z. B. die Datenwerte, die das ZF-Signal darstellen, und dergleichen, der ROM nicht-flüchtige Daten speichert, wie z. B. einen Programmsteuerbefehl, der vom Instrument **10** verwendet wird, und konstante Datenwerte, und der Cache-Speicher Daten für den unmittelbaren Mikroprozessorzugriff speichert. Ein Daten- und Steuerbus **22** koppelt den Speicher **20** mit einer Steuereinheit **24**, wie z. B. einem PENTIUM-Mikroprozessor, der von Intel, Corp., Santa Clara, CA, hergestellt und vertrieben wird. Der Daten- und Steuerbus **22** ist auch mit der Vorrechner-Hardware **12**, einer Anzeigevorrichtung **26**, wie z. B. einer Flüssigkristallanzeige, einer Kathodenstrahlröhre und dergleichen, und einem Bedienfeld **28** mit Eingabevorrichtungen, wie z. B. Tasten, Knöpfen, Schaltern oder dergleichen, die direkt auf dem Bedienfeld montiert sind, oder einer Maus **30** oder einer Tastatur **32**, gekoppelt. Die Anzeigevorrichtung **26** kann mit einer Sensorbildschirm-Fähigkeit implementiert sein, welche eine weitere Eingabevorrichtung bereitstellt, wie es bei der vorliegenden Erfindung implementiert ist. Ein Software-Demodulator **34** ist repräsentativ mit dem Bus **22** gekoppelt und mit dem Speicher **20** gekoppelt dargestellt. Der Software-Demodulator **34** führt verschiedene Prozesse aus, die von einer Steuereinheit **24** unter Verwendung von Verarbeitungsroutinen, die im ROM-Speicher **20** gespeichert sind, durchgeführt werden. Eine Datenflußleitung **36** verbindet den Speicher **20** mit dem Software-Demodulator **34** zum Darstellen der Bewegung der Daten vom Speicher **20** zum Software-Demodulationsprozeß und zurück. Das Meßwert erfassungs- und -anzeigesystem **10** bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist ein auf einem PC basierendes System, das unter dem Betriebssystem WINDOWS 95, welches von Microsoft, Corp., Redmond, WA, hergestellt und vertrieben wird, unter Verwendung von Standard-Benutzerschnittstellen-Mechanismen, die als Steuerungen und Anzeiger bezeichnet werden, gesteuert wird. Die Steuerungen umfassen Anzeigeschaltflächen, Registerseiten, Laufkästchen und dergleichen. Die Anzeiger umfassen eine Statusleistenhilfe, eine Zeitangabe, einen graphischen Anzeigebereich und dergleichen. Statische Textbereiche sind Anzeigebereiche, die vom Systemkonstrukteur erstellt werden und von einem Benutzer nicht veränderbar sind. Eine graphische Zeichensoftware, wie z. B. PROESSENTIALS Graphikanzeigesoftware, die von Gigasoft, Inc. Keller, TX, hergestellt und vertrieben wird, wird zum Erzeugen von graphischen Darstellungen der Summenverteilungsfunktion (CDF) der Matrixdaten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und der Daten des Frequenzspektrums verwendet.

Die vorliegende Erfindung wird im Zusammenhang mit

einem digital modulierten 8-VSB-RF-Signal beschrieben. Es ist selbstverständlich, daß ein anderes digital moduliertes RF-Signal **14** bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, ohne vom Schutzbereich der beigefügten Ansprüche abzuweichen. Ein 8-VSB-RF-Signal besitzt Datensymbole, die den RF-Träger mit einer Symbolfrequenz im Bereich von 10,76 Msymbolen/Sek. modulieren. Bei der bevorzugten Ausführungsform des Meßwert erfassungs- und -anzeigesystems **10** wird das ZF-Trägersignal mit einem ganzzahligen Vielfachen der Symbolfrequenz synchronisiert, wobei das ganzzahlige Vielfache gleich oder größer als Eins ist. Wenn beispielsweise das ganzzahlige Vielfache auf Eins gesetzt wird, dann liegt der ZF-Träger auf der Symbolfrequenz. Der A/D-Wandler **18** wird mit einem ganzzahligen Vielfachen des ZF-Trägers getaktet, wobei das ganzzahlige Vielfache gleich oder größer als Eins ist. Insbesondere tastet der A/D-Wandler **18** das digital modulierte Zwischenfrequenzsignal mit dem Vierfachen des ZF-Trägers ab. Für jedes 8-VSB-Symbol werden vier Digitaldatenabstastwerte erzeugt. Ein Datenblock im Bereich von etwa 16 000 Digitaldatenwerten wird zum Erzeugen einer graphischen CDF-Anzeige des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des digital modulierten RF-Signals **14** erfaßt und gespeichert. Eine Teilmenge des Datenblocks, die im Bereich von etwa 4000 Digitaldatenwerten enthält, wird zum Erzeugen einer graphischen Anzeige des Frequenzspektrums des digital modulierten RF-Signals **14** verwendet. Das Meßwert erfassungs- und -anzeigesystem **10** arbeitet in einem kontinuierlichen Erfassungs- und Anzeigemodus, bei dem Blöcke von Digitaldatenwerten erfaßt und verarbeitet werden, wobei die Ergebnisse nach jeder Erfassung auf der Anzeigevorrichtung **26** angezeigt werden.

Mit Bezug auf Fig. 2 ist eine repräsentative Anzeige **40** dargestellt, die auf der in die vorliegende Erfindung integrierten Anzeigevorrichtung **26** erzeugt wird. Die Anzeige **40** ist im WINDOWS 95 Anzeigeformat unter Verwendung seiner Standard-Benutzerschnittstellen-Mechanismen konfiguriert. Die Anzeige **40** umfaßt einen Graphikanzeigebereich **42** zum Anzeigen von graphischen Darstellungen der Daten einer realen und idealen CDF des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und der Daten des Frequenzspektrums. Eine auswählbare statische Textanzeige **44** für einen "Zielarbeitspunkt" ermöglicht einem Benutzer, unter Verwendung eines Laufkästchens **46** mit Schaltflächen **48** mit Aufwärts- und Abwärts Pfeilen einen Wert eines "Planfaktors" auszuwählen. Der Wert des "Planfaktors" kann in "% der Zeit" definiert werden, wie in der statischen Textanzeige **44** gezeigt, oder in dB, wie in dem gestrichelten Kästchen gezeigt, das die andere statische Textanzeige **50** darstellt. Es sollte beachtet werden, daß zu irgendeinem Zeitpunkt die eine oder die andere der Anzeigen des "Planfaktors" in der statischen Textanzeige **44** für den "Zielarbeitspunkt" angezeigt wird. Eine weitere statische Textanzeige **52** gibt einen Wert "Spitze zu Durchschnitt" für die Daten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Signals an, der in Beziehung zu dem Wert des "Planfaktors" erzeugt wird. Eine weitere statische Anzeige **54** gibt einen Wert "Real-Ideal-Differenz" an, der eine berechnete Differenz zwischen entsprechenden Werten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses der realen und idealen Daten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses ist. Eine Einstellen-Schaltfläche **56** ist zum Aufrufen von Einstellungs-Registerseitenanzeigen vorgesehen. Eine "Start"-Schaltfläche **58** startet und stoppt die Erfassung und Anzeige der Daten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses. Es werden verschiedene Glättungsstufen für die Daten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses unter Verwendung eines Laufkästchens **60** und einer Schaltfläche

62 ausgewählt. Der Reiter 64 Spitze zu Durchschnitt und der Reiter 66 Kanalspektrum ändern jeweils die graphische Anzeige 42, um die graphische Darstellung der realen und idealen (DI) der Daten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und der Daten des Frequenzspektrums darzustellen.

Mit Bezug auf Fig. 3 ist eine erste Einstellung-Registerseitenanzeige 70 dargestellt, die mit "Messung" bezeichnet ist. Die Einstellung-Registerseitenanzeige 70 mit der Bezeichnung "Messung" umfaßt eine statische Textanzeige 72 "Zielarbeitspunkt einstellen", die eine statische Textanzeige 74 "in % der Zeit" und eine statische Textanzeige 76 "in dB (Planfaktor)" umfaßt. Zu jeder der statischen Textanzeigen 74 und 76 gehören Optionsfeldsteuerungen, die jeweils mit 78 und 80 numeriert sind, um einem Benutzer zu ermöglichen, das Laufkästchen 44 und die zugehörige statische Textanzeige "Planfaktor" auf "in % der Zeit" oder "dB (Planfaktor)" einzustellen. Das Anklicken mit der Maus 30 oder das Berühren des Bildschirms der Anzeigevorrichtung 26 auf dem Registerreiter "Grenzen" ruft eine Registerseitenanzeige 84 mit dem Reiter "Grenzen" auf, wie in Fig. 4 dargestellt. Die Registerseite 84 mit dem Reiter "Grenzen" umfaßt einen statischen Textanzeigebereich 86, der eine Textliste von verfügbaren Grenzttests enthält, wie z. B. einen Grenzttest 88 "Spitze zu Durchschnitt" und einen Grenzttest 90 "Real-Ideal-Differenz". Zu jedem Grenzttest gehört ein Kontrollkästchen 92 und 94, das angeklickt oder berührt wird, um den speziellen Grenzttest zu aktivieren oder zu deaktivieren. Zu jedem Grenzttest gehören auch Zellen 96 und 98 zum Einstellen von Alarmgrenzwerten. Die Zelle 100 ist eine statische Textanzeige, die die Einheiten der Alarmgrenzwerte anzeigt, wie z. B. dB für die Grenzen "Spitze zu Durchschnitt", und "Real-Ideal-Differenz". Das Anklicken mit der Maus 30 oder das Berühren des Bildschirms der Anzeigevorrichtung 26 auf dem Registerreiter "System" ruft eine Registerseitenanzeige 102 mit dem Reiter "System" auf, wie in Fig. 5 dargestellt. Die Registerseite 102 mit dem Reiter "System" umfaßt einen statischen Textanzeigebereich "Instrumentenabstimmung" 104 mit einem Laufkästchen 106 und zugehörigen Aufwärts/Abwärts-Schaltflächen 108 zum Einstellen einer Kanalfrequenz, auf die das Instrument unter Verwendung der Abwärtsmischer-Schaltkreise 16 in der Vorrechner-Hardware 12 abgestimmt wird. Ein weiterer statischer Textanzeigebereich "Ergebnis-Datenbankdatei" 110 umfaßt Dateischaltflächen 112 und 114 zum Öffnen eines WINDOWS 95 Standardfensters zum jeweiligen Ändern einer Datei oder Erstellen einer neuen Datei. Das Erstellen oder Ändern zu einer neuen Datei aktualisiert die Dateiinformationen im statischen Textanzeigebereich 110 "Ergebnis-Datenbankdatei". Ein editierbares Textkästchen 116 "Anmerkungen" ist im statischen Textanzeigebereich 110 "Ergebnis-Datenbankdatei" für vom Benutzer eingegebene Informationen vorgesehen.

Das Meßwertfassungs- und -anzeigesystem 10 der vorliegenden Erfindung zeigt graphisch CDF-Diagramme des Spitzen-Durchschnitt-Verhältnisses eines idealen RF-Sendersignals und eines realen RF-Sendersignals zusammen mit einem Diagramm des Frequenzspektrums des realen RF-Sendersignals an. Die Daten zum Erzeugen des CDF-Diagramms des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses 60, die ein ideales Sendersignal darstellen, werden unter Verwendung eines ZF-Generators 130 zur digitalen Modulation erzeugt, der im Blockdiagramm von Fig. 6 dargestellt ist. Ein Zufallszahlengenerator 132 erzeugt gleichmäßig verteilte Zufallszahlen, die durch einen Trellis-Codierer 134 trelliscodiert werden. Ein Pilotsignal 136 wird zu den trelliscodierten Werten hinzugefügt und durch einen Root-Raised-Cosine-Filter 138 geleitet. Die I- und Q-Ausgangssignale

des Filters 138 modulieren jeweils zwei ZF-Signale mit 90°-Phasenverschiebung, die Frequenzmodulatoren 140 und 142 mit derselben Frequenz aufweisen. Die zwei digital modulierten ZF-Signale mit 90°-Phasenverschiebung aus den Modulatoren 140 und 142 werden in einer Summierschaltung 144 summiert, um ein ZF-Signal zu erzeugen, das ein ideales RF-Sendersignal darstellt. Insgesamt 500 000 Zufallswerte werden erzeugt und durch den ZF-Generator 130 zur digitalen Modulation geleitet. Das Ausgangssignal des ZF-Generators 130 zur digitalen Modulation wurde durch einen Analog-Digital-Wandler (nicht dargestellt) digitalisiert und verarbeitet, um eine erste Gruppe von Werten zu erzeugen, die ideale Spitzenleistungspegel eines idealen Radiofrequenzsignals darstellen, welche von einem idealen durchschnittlichen Leistungspegel des idealen Radiofrequenzsignals abweichen, und eine zweite Gruppe von Werten zu erzeugen, die ideale Prozentsätze der Zeit darstellen, in der die idealen Spitzenleistungspegel vom idealen durchschnittlichen Leistungspegel abweichen. Jeder ideale Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses besitzt einen zugehörigen idealen Zeitprozentwert. Diese empirisch gewonnenen Werte wurden in einer Matrix für das ideale Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnis im ROM-Speicher 20 gespeichert. Die empirisch gewonnenen Werte können auch auf einer entnehmbaren Diskette, einem Festplattenlaufwerk, einer CD-ROM oder dergleichen zur Übertragung in den Speicher 20 gespeichert werden. Ferner können die empirisch gewonnenen Daten von einer externen Quelle über eine Datenübertragungsleitung, wie z. B. RS232, IEEE, ein lokales Netz, eine drahtlose Verbindung oder dergleichen, in den Speicher 20 heruntergeladen werden. Alternativ können die Matrixdaten des idealen Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses mathematisch hergeleitet und im Speicher 20 gespeichert werden.

Wie vorher beschrieben, werden ungefähr 16 000 Digitaldatenwerte zum Erzeugen der Daten der CDF des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und der Daten des Frequenzspektrums des digital modulierten RF-Signals erfaßt. Im Speicher 20 wird eine Matrix des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses erstellt, die eine erste Gruppe von Werten enthält, welche Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisse des RF-Signals darstellen. Eine zweite Gruppe von Werten stellt Zeitprozentätze der jeweiligen Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Signals dar, wobei jeder Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses einen zugehörigen Zeitprozentwert besitzt. Der durchschnittliche Leistungspegel des RF-Signals wird durch Summieren der Quadrate von jedem der Digitaldatenwerte und Dividieren der summierten Ergebnisse durch die Anzahl der Digitaldatenwerte hergeleitet. Der resultierende Durchschnittswert wird logarithmiert, um die lineare Durchschnittsleistung in Dezibel umzuwandeln.

Die Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses werden durch zuerst Aufbau einer Gruppierung von Zählern erzeugt, wobei jeder Zähler einen zugeordneten Dezibelwert besitzt. Bei der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung deckt die Gruppierung einen dB-Bereich von 0,01 dB bis 10 dB ab, wobei jeder Zähler einen zugeordneten Wert besitzt, der um 0,01 dB größer ist als der vorherige Zählerwert. Da die Digitaldatenwerte mit der vierfachen Symbolfrequenz erfaßt werden, werden vier Digitaldatenwerte zum Bestimmen der Hüllkurvenleistung eines Punkts verarbeitet. Es wird ein sequentieller Prozeß gestartet, der mit den ersten vier Digitaldatenwerten in dem Block von etwa 16 000 Digitaldatenwerten als erste Gruppe beginnt. Die vier Digitaldatenwerte in der Gruppe werden quadriert, summiert und durch vier geteilt, um die Hüllkurvenleistung des ersten Punkts in der Gruppe zu bestimmen. Die Hüllkur-

venleistung für diesen Punkt wird in einer Matrix von Hüllkurvenleistungswerten gespeichert. Die Gruppe wird um einen Digitaldatenwert verschoben und die vier Werte in der neuen Gruppe werden quadriert, summiert und durch vier geteilt, um die Hüllkurvenleistung des zweiten Digitaldatenwerts in dem Block von digitalen Daten zu erzeugen. Dieser Wert wird in der Hüllkurvenleistungsmatrix gespeichert und der sequentielle Prozeß fährt durch den Block von digitalen Daten mit der Erzeugung von Hüllkurvenleistungswerten für jeden der Digitaldatenwerte fort. Die Hüllkurvenleistungswerte in der Matrix werden logarithmiert, um die linearen Hüllkurvenleistungswerte in Dezibel umzuwandeln. Für jeden der Hüllkurvenleistungswerte werden durch Subtrahieren des Durchschnittsleistungswerts von jedem der Hüllkurvenleistungswerte in der Matrix Differenzwerte bestimmt, wobei jeder Differenzwert den entsprechenden Zähler in der Zählergruppierung inkrementiert, wenn der Differenzwert größer ist als Null. Der Zählerstand in jedem der Zähler wird durch die Gesamtzahl an Digitaldatenwerten in dem Block von digitalen Daten geteilt, wobei jeder resultierende Wert mit Einhundert multipliziert wird, um einen Zeitprozentwert für jeden Zähler zu erzeugen. Die dB-Werte für die Zähler werden als erste Gruppe von Werten in der Matrix des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses gespeichert und die Zeitprozentwerte, die für die Zähler bestimmt wurden, werden als zweite Gruppe von Werten in der Matrix des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses gespeichert.

Die Erzeugung der Daten des Frequenzspektrums für die Kanalspektrum-Anzeige auf der Anzeigevorrichtung **26** wird unter Verwendung von ungefähr 4000 der Digitaldatenwerte in dem Block von digitalen Daten durchgeführt. Eine schnelle Fourier-Transformation (FFT) wird auf die Zeitbereichsdaten angewendet, um die Daten des Frequenzspektrums zu erzeugen, die im Speicher **20** gespeichert werden.

Das Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem **10** stellt anfänglich eine Hauptanzeige auf der Anzeigevorrichtung **26** dar. Die Hauptanzeige enthält Schaltflächen-Bildsymbole, die verschiedene Messungen und Anzeigen repräsentieren, die unter Verwendung des Systems **10** vorgenommen werden können. Eine dieser Messungen ist eine Messung des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses. Das Berühren der Anzeigevorrichtung **26** auf dem Schaltflächen-Bildsymbol für das Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnis oder das Klicken mit der Maus **30** auf diese Schaltfläche startet automatisch die Erfassung und Anzeige der Daten der CDF des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses. Zu jedem Zeitpunkt während des Erfassungs- und Anzeigeprozesses kann die Einstellen-Schaltfläche **56** aufgerufen werden, um die Einstellung-Registerseiten aufzurufen. Die Registerseite **60** mit dem Reiter "Messung", wie in Fig. 3 gezeigt, ermöglicht einem Benutzer, durch Berühren oder Anklicken mit der Maus **30** der entsprechenden Optionsfelder **78** und **80** einen "Zielarbeitspunkt" in entweder "% der Zeit" oder in "dB (Planfaktor)" einzustellen. Die entsprechende statische Textanzeige **44** oder **50** für den "Zielarbeitspunkt" liegt in der Anzeige **40** vor, wobei das Laufkästchen **46** zum Anzeigen von dB-Werten oder Zeitprozentwerten konfiguriert ist. Der "Zielarbeitspunkt" wird durch Berühren oder Anklicken der Schaltflächen **48** mit Aufwärts/Abwärts-Pfeilen eingestellt.

Die graphische Anzeige **42** in Fig. 2 umfaßt ein CDF-Diagramm **120** der Matrixdaten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des idealen Sendersignals und ein CDF-Diagramm **122** der Matrixdaten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des gemessenen digital modulierten RF-Sendersignals. Bewegliche vertikale und hori-

zontale Fadenkreuz-Cursor **124** und **126** schneiden sich und sind entlang des Diagramms **120** des idealen Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses als Reaktion auf den Wert des "Planfaktors" beweglich, welcher unter Verwendung der zum Laufkästchen **44** gehörenden Aufwärts- und Abwärts-Schaltflächen **48** zunimmt oder abnimmt. Der vertikale Fadenkreuz-Cursor **124** bewegt sich entlang der X-Achse für das Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnis und der horizontale Fadenkreuz-Cursor **126** bewegt sich entlang der Y-Achse für % der Zeit. In der Anzeige von Fig. 2 ist der "Planfaktor" für 0,230% der Zeit eingestellt, wie in dem Laufkästchen **46** gezeigt. Die Steuereinheit **24** durchsucht die ideale Matrix nach dem nächsten idealen Zeitprozentwert, der dem Wert des "Planfaktors" entspricht, und positioniert die Fadenkreuz-Cursor **124** und **126** auf dem Diagramm **120** des idealen Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses, das den 0,230% der Zeit auf der Y-Achse entspricht. Der ideale Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses, der dem idealen Zeitprozentwert in der idealen Matrix entspricht, ist 6,0 dB und entspricht der Position des vertikalen Fadenkreuz-Cursors **124** auf der X-Achse. Der horizontale Fadenkreuz-Cursor **126** schneidet das CDF-Diagramm **122** der Matrixdaten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Sendersignals, wobei der Schnittpunkt der Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Sendersignals beim Wert des "Planfaktors" von 0,230% ist. Die Steuereinheit **24** durchsucht die Matrix des RF-Sendersignals nach dem nächsten Zeitprozentwert, der dem Wert des "Planfaktors" von 0,230% entspricht, und verwendet den zugehörigen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses als Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Sendersignals. Dieser Wert wird im statischen Anzeigebereich **52** "Spitze zu Durchschnitt" als 5 dB angezeigt. Die Steuereinheit **24** berechnet die Differenz zwischen den Werten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Sendersignals und des idealen Sendersignals und zeigt den Differenzwert im statischen Anzeigebereich **54** "Real-Ideal-Differenz" als 1,0 dB an. Wenn der Wert des "Planfaktors" in dB angegeben wird, durchsucht die Steuereinheit **24** die ideale Matrix nach dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses, der dem Wert des "Planfaktors" entspricht. Der zugehörige ideale Zeitprozentwert wird verwendet, um die Matrix des RF-Übertragungssignals nach dem nächsten Zeitprozentwert, der dem idealen Zeitprozentwert entspricht, zu durchsuchen. Der Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Sendersignals, der zum Zeitprozentwert des RF-Sendersignals gehört, wird im statischen Anzeigebereich **56** "Spitze zu Durchschnitt" angezeigt. Wenn sich der Wert des "Planfaktors" im Laufkästchen **44** ändert, ändert sich der Wert "% der Zeit", der zum "Planfaktor" gehört, dementsprechend zusammen mit dem Wert "Spitze zu Durchschnitt" des RF-Sendersignals und dem Wert "Real-Ideal-Differenz" zwischen dem RF-Sendersignal und dem idealen Sendersignal.

Das graphische Anzeigen der Matrixdaten sowohl einer idealen als auch einer realen CDF des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Sendersignals stellt eine signifikante Verbesserung gegenüber vorherigen Instrumentenkonstruktionen bereit. Eine Senderbedienungsperson kann schnell feststellen, ob das Sendersignal nicht korrekt abgestimmt ist, durch Vergleichen des idealen CDF-Diagramms des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses mit dem realen CDF-Diagramm des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Sendersignals. Ein CDF-Diagramm des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Sendersignals, wie durch die gestrichelte Diagrammlinie **128** dargestellt, zeigt beispielsweise an, daß der

Sender mit Komprimierung arbeitet und eine Abstimmung benötigt. Ohne die Fähigkeit, das reale CDF-Diagramm des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Sendersignals mit einem idealen CDF-Diagramm des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses zu vergleichen, müßte eine Bedienungsperson wissen, wie das ideale Diagramm aussieht, und das reale Diagramm zum idealen Diagramm sichtbar machen, oder müßte eine physische Kopie eines idealen Diagramms bei der Hand haben, um es mit dem realen Diagramm zu vergleichen. Eine weitere Verbesserung ist die Fähigkeit, durch Klicken auf den Reiter **66** Kanalspektrum unter Verwendung der Maus **30** oder durch Berühren der Anzeigevorrichtung **26** zwischen der Anzeige des CDF-Diagramms des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und einer Anzeige des Frequenzspektrums der Kanalfrequenz umzuschalten. Die graphische Anzeige **42** wechselt zur Anzeige **130** des Kanalfrequenzspektrums, wie in **Fig. 7** gezeigt. Die unmittelbare Verfügbarkeit des Kanalfrequenzspektrums zur Anzeige ermöglicht der Bedienungsperson, auf der Basis der Frequenzspektrum-Hüllkurve am Sender Einstellungen vorzunehmen und durch Anklicken oder Berühren des Reiters **64** Spitze zu Durchschnitt sofort auf die Anzeige des CDF-Diagramms des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses zurückzuschalten und die Wirkungen dieser Einstellungen auf das Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnis des RF-Sendersignals zu sehen.

Eine weitere Verbesserung des Meßwerterfassungs- und -anzeigesystems der vorliegenden Erfindung gegenüber existierenden Sender-RF-Signal-Meßinstrumenten ist die Fähigkeit, "Grenztests" einzustellen, die auf der Basis des Werts "Spitze zu Durchschnitt" oder des Werts "Real-Ideal-Differenz" ein Alarmsignal erzeugen. Mit Rückbezug auf **Fig. 4** können durch Klicken auf die Kontrollkästchen **92** und **94** entweder die "Grenztests", "Spitze zu Durchschnitt" oder "Real-Ideal-Differenz" eingestellt werden. Jeder "Grenztest" besitzt einen Warnwert **96** und einen Alarmwert **98**, die durch die Bedienungsperson einstellbar sind. Alarmanzeiger, wie z. B. das "A" oder andere graphische Anzeiger, werden zum statischen Anzeigebereich **54** und **56** "Real-Ideal-Differenz" und "Spitze zu Durchschnitt" hinzugefügt, wenn die jeweiligen Alarme aktiviert werden. Wenn die CDF des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Sendersignals beim "Zielpunkt" die Alarmgrenzwerte überschreitet, löst das System der vorliegenden Erfindung ein Alarmsignal aus.

Es wurde ein Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem beschrieben, das ein CDF-Diagramm der Daten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Sendersignals erzeugt und die Daten zusammen mit einem idealen CDF-Diagramm der Daten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses eines idealen RF-Sendersignals auf einer Anzeigevorrichtung graphisch darstellt. Ein Prozessor empfängt einen Wert eines "Planfaktors", der zur Bestimmung und Anzeige des Werts des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Übertragungssignals im Vergleich zu einem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses verwendet wird. Der Prozessor berechnet auch einen Real-Ideal-Differenzwert zwischen den Werten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des RF-Übertragungssignals und des idealen RF-Sendersignals und zeigt diesen an. Der Prozessor empfängt auch Alarmwerte zum Erzeugen eines Alarmsignals, wenn der Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses oder der Real-Ideal-Differenzwert größer ist als die Alarmgrenzen.

Es wird für Fachleute offensichtlich sein, daß viele Änderungen an den Einzelheiten der vorstehend beschriebenen Ausführungsform dieser Erfindung vorgenommen werden können, ohne von deren zugrundeliegenden Prinzipien ab-

zuweichen. Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung sollte daher nur durch die folgenden Ansprüche festgelegt sein.

Patentansprüche

1. Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem, das sich zum Empfangen eines digital modulierten Radiofrequenzsignals und zum Erzeugen von Digitaldatenwerten, die ein digital moduliertes Zwischenfrequenzsignal repräsentieren, welches von dem digital modulierten Radiofrequenzsignal abwärts gemischt wurde, eignet, umfassend:

einen Prozessor, der die Digitaldatenwerte verarbeitet, um einen Wert eines durchschnittlichen Leistungspiegels, der das Radiofrequenzsignal repräsentiert, und eine erste statistische Matrix zu erzeugen, die eine erste Gruppe von Werten, die Spitzenleistungspegel des Radiofrequenzsignals repräsentieren, welche vom durchschnittlichen Leistungspegel abweichen, und eine zweite Gruppe von Werten, die Prozentsätze der Zeit repräsentieren, in der die Spitzenleistungspegel vom durchschnittlichen Leistungspegel abweichen, enthält, wobei jeder Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses einen zugehörigen Zeitprozentwert besitzt;

einen Speicher, der eine zweite statistische Matrix enthält, die eine entsprechende ideale digital modulierte Radiofrequenz repräsentiert, und eine erste Gruppe von Werten, die ideale Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses repräsentieren, und eine zweite Gruppe von Werten, die ideale Zeitprozentwerte repräsentieren, die zu den idealen Werten des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses gehören, enthält; und

eine Anzeigevorrichtung, die die Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und die zugehörigen Zeitprozentwerte der ersten und zweiten statistischen Matrizen, die das digital modulierte Radiofrequenzsignal und das entsprechende ideale digital modulierte Radiofrequenzsignal repräsentieren, graphisch anzeigt.

2. Meßwerterfassungs- und -anzeigesystem nach Anspruch 1, welches ferner den Prozessor umfaßt, der einen variablen Wert empfängt, welcher einen Planfaktorwert repräsentiert, und den Planfaktorwert an einen Wert des idealen Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses anpaßt zum Bestimmen eines entsprechenden Werts des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals durch Anpassen des zum idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses gehörenden idealen Zeitprozentwerts an den nächsten Zeitprozentwert, der zum Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals gehört, und einen Differenzwert zwischen dem Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals und dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses bei dem Zeitprozentwert berechnet, wobei die Anzeigevorrichtung den variablen Wert, der den Planfaktorwert repräsentiert, und den idealen Zeitprozentwert, der zum idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses gehört, welcher an den Planfaktorwert angepaßt ist, den entsprechenden Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals, der an den idealen Zeitprozentwert angepaßt ist, und den Differenzwert zwischen dem Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses

des Radiofrequenzsignals und dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses numerisch anzeigt.

3. Meßwertauffassungs- und -anzeigesystem nach Anspruch 2, ferner umfassend den Prozessor, der sich schneidende vertikale und horizontale Cursor mit einem Schnittpunktwert gleich dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses, der dem Planfaktorwert entspricht, erzeugt, und die Anzeigevorrichtung, die die sich schneidenden vertikalen und horizontalen Cursor graphisch anzeigt, wobei der Schnittpunkt auf der graphischen Anzeige des idealen digital modulierten Radiofrequenzsignals dort positioniert ist, wo der Schnittpunktwert gleich dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses ist.

4. Meßwertauffassungs- und -anzeigesystem nach Anspruch 1, welches ferner den Prozessor umfaßt, der einen variablen Wert empfängt, welcher einen Planfaktorwert des Zeitprozentwertes repräsentiert, und den Planfaktorwert des Zeitprozentwertes an einen idealen Zeitprozentwert und seinen zugehörigen idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses anpaßt, zum Bestimmen eines entsprechenden Werts des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals durch Anpassen des idealen Zeitprozentwertes an den nächsten Zeitprozentwert, der zum Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals gehört, und einen Differenzwert zwischen dem Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals und dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses bei dem Zeitprozentwert berechnet, wobei die Anzeigevorrichtung den variablen Wert, der den Planfaktorwert des Zeitprozentwertes repräsentiert, und den idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses, der zum idealen Zeitprozentwert gehört, welcher an den Planfaktorwert des Zeitprozentwertes angepaßt ist, den entsprechenden Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals und den Differenzwert zwischen dem Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals und dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses numerisch anzeigt.

5. Meßwertauffassungs- und -anzeigesystem nach Anspruch 4, ferner umfassend den Prozessor, der sich schneidende vertikale und horizontale Cursor mit einem Schnittpunktwert gleich dem idealen Zeitprozentwert, der dem Planfaktorwert entspricht, erzeugt, und die Anzeigevorrichtung, die die sich schneidenden vertikalen und horizontalen Cursor graphisch anzeigt, wobei der Schnittpunkt auf der graphischen Anzeige des idealen digital modulierten Radiofrequenzsignals dort positioniert ist, wo der Schnittpunktwert gleich dem idealen Zeitprozentwert ist.

6. Meßwertauffassungs- und -anzeigesystem nach Anspruch 1, welches ferner den Prozessor umfaßt, der einen variablen Wert empfängt, welcher eine Alarmgrenze repräsentiert, zum Erzeugen eines Alarmsignals, wenn der Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals entsprechend dem idealen Spitzenleistungspegel, der an den Planfaktorwert angepaßt ist, die Alarmgrenze überschreitet.

7. Meßwertauffassungs- und -anzeigesystem nach Anspruch 1, welches ferner den Prozessor umfaßt, der einen variablen Wert empfängt, welcher eine Alarm-

grenze repräsentiert, zum Erzeugen eines Alarmsignals, wenn der Differenzwert zwischen dem Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses des Radiofrequenzsignals und dem idealen Wert des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses beim Zeitprozentwert die Alarmgrenze überschreitet.

8. Meßwertauffassungs- und -anzeigesystem nach Anspruch 1, ferner umfassend den Prozessor, der die Digitaldatenwerte zum Erzeugen von Werten des Frequenzspektrums, die das Frequenzspektrum des digital modulierten Radiofrequenzsignals repräsentieren, verarbeitet, und die Anzeigevorrichtung, die eine graphische Anzeige der Werte des Frequenzspektrums erzeugt, die das Frequenzspektrum des digital modulierten Radiofrequenzsignals repräsentieren.

9. Meßwertauffassungs- und -anzeigesystem nach Anspruch 8, welches ferner den Prozessor umfaßt, der einen ersten Wert empfängt, der eine graphische Anzeige der Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und der zugehörigen Zeitprozentwerte von ersten und zweiten statistischen Matrizen, die das digital modulierte Radiofrequenzsignal und das entsprechende ideale digital modulierte Radiofrequenzsignal repräsentieren, repräsentiert, und einen zweiten Schaltflächenwert empfängt, der die graphische Anzeige der Werte des Frequenzspektrums des digital modulierten Radiofrequenzsignals repräsentiert, zum selektiven Anzeigen auf der Anzeigevorrichtung der graphischen Anzeige der Werte des Spitzen-Durchschnitt-Leistungsverhältnisses und der zugehörigen Zeitprozentwerte der ersten und zweiten statistischen Matrizen, die das digital modulierte Radiofrequenzsignal und das entsprechende ideale digital modulierte Radiofrequenzsignal repräsentieren, und der graphischen Anzeige der Werte des Frequenzspektrums des digital modulierten Radiofrequenzsignals.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

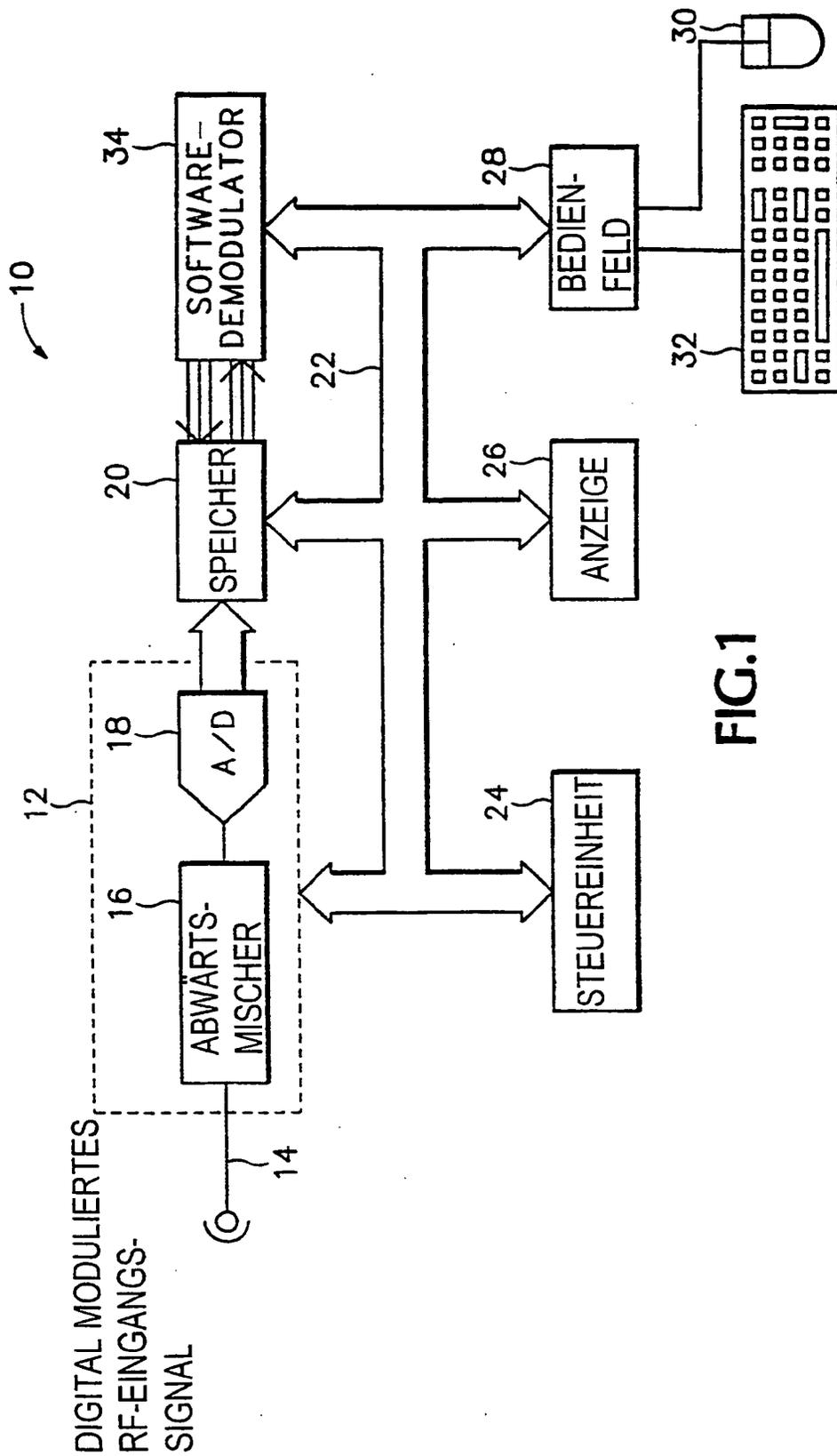


FIG.1

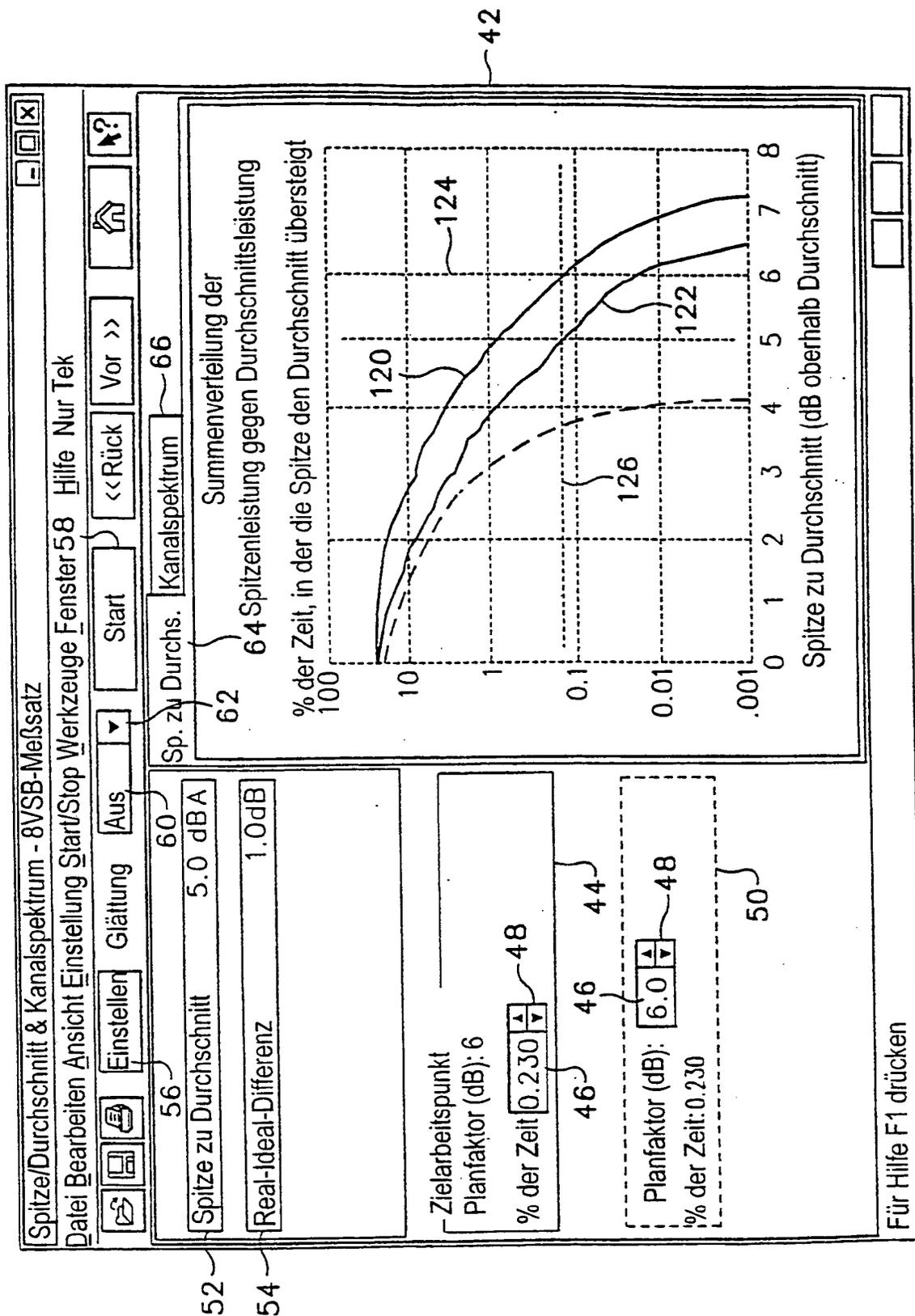


FIG.2

40

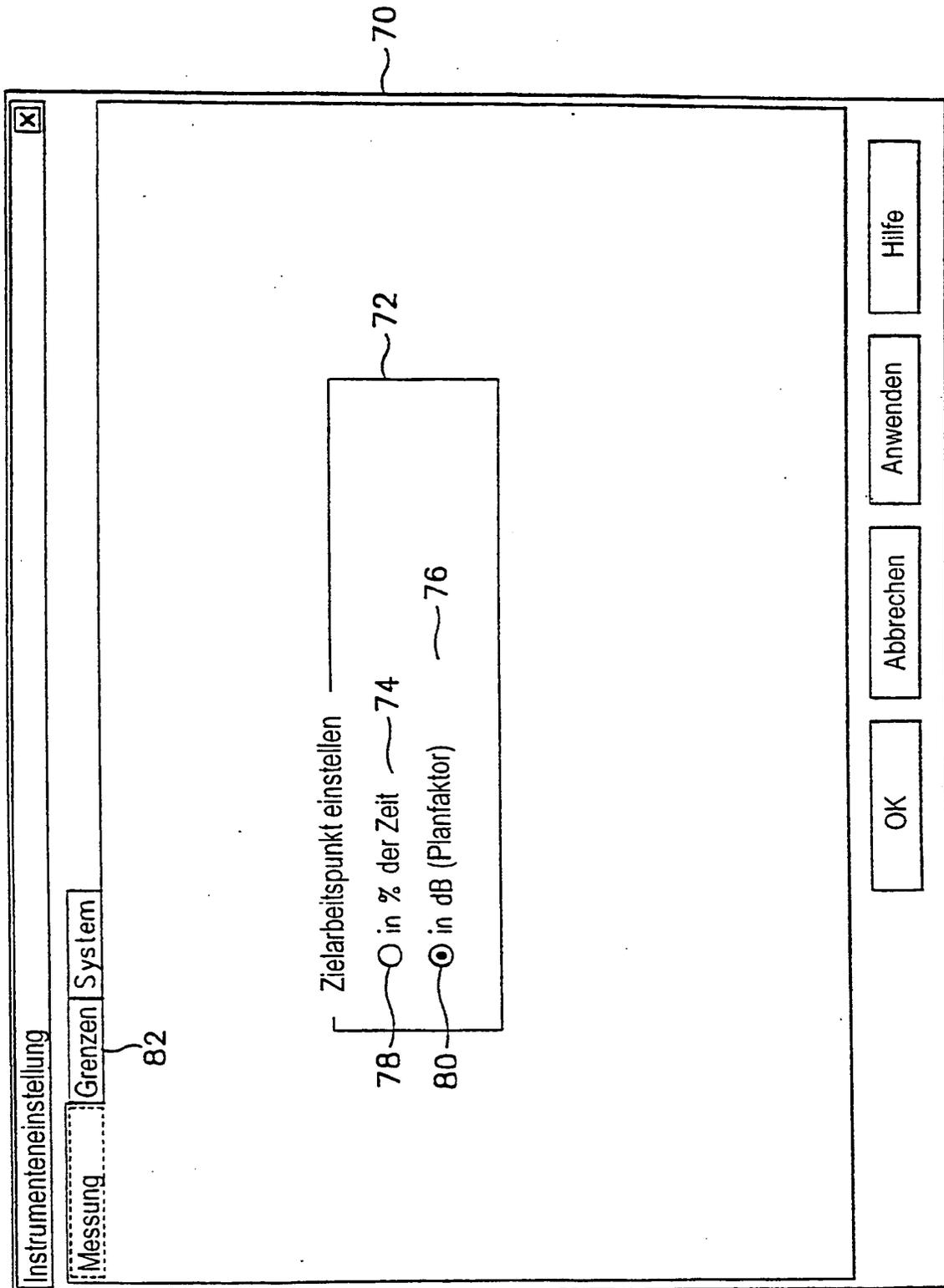


FIG.3

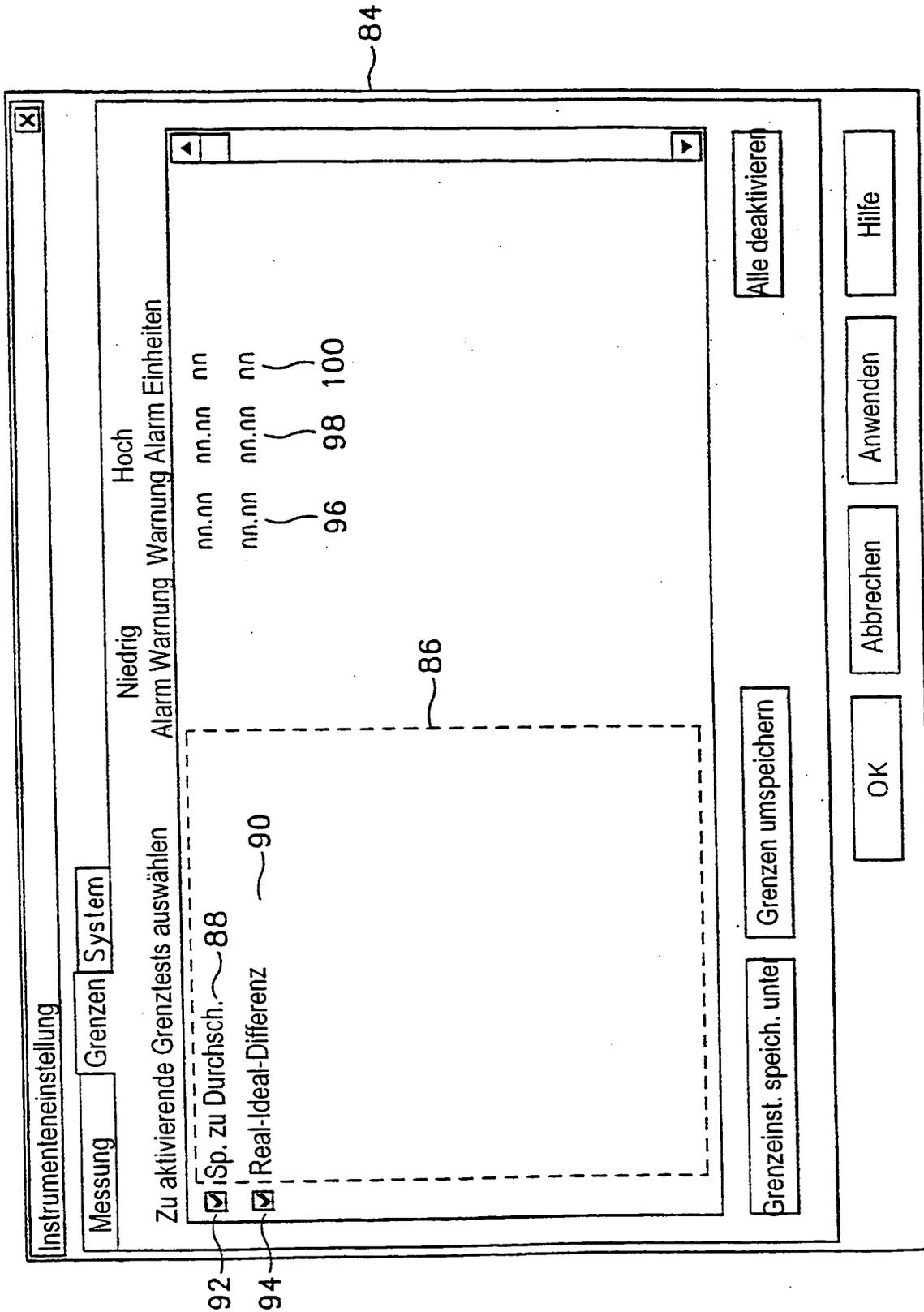


FIG.4

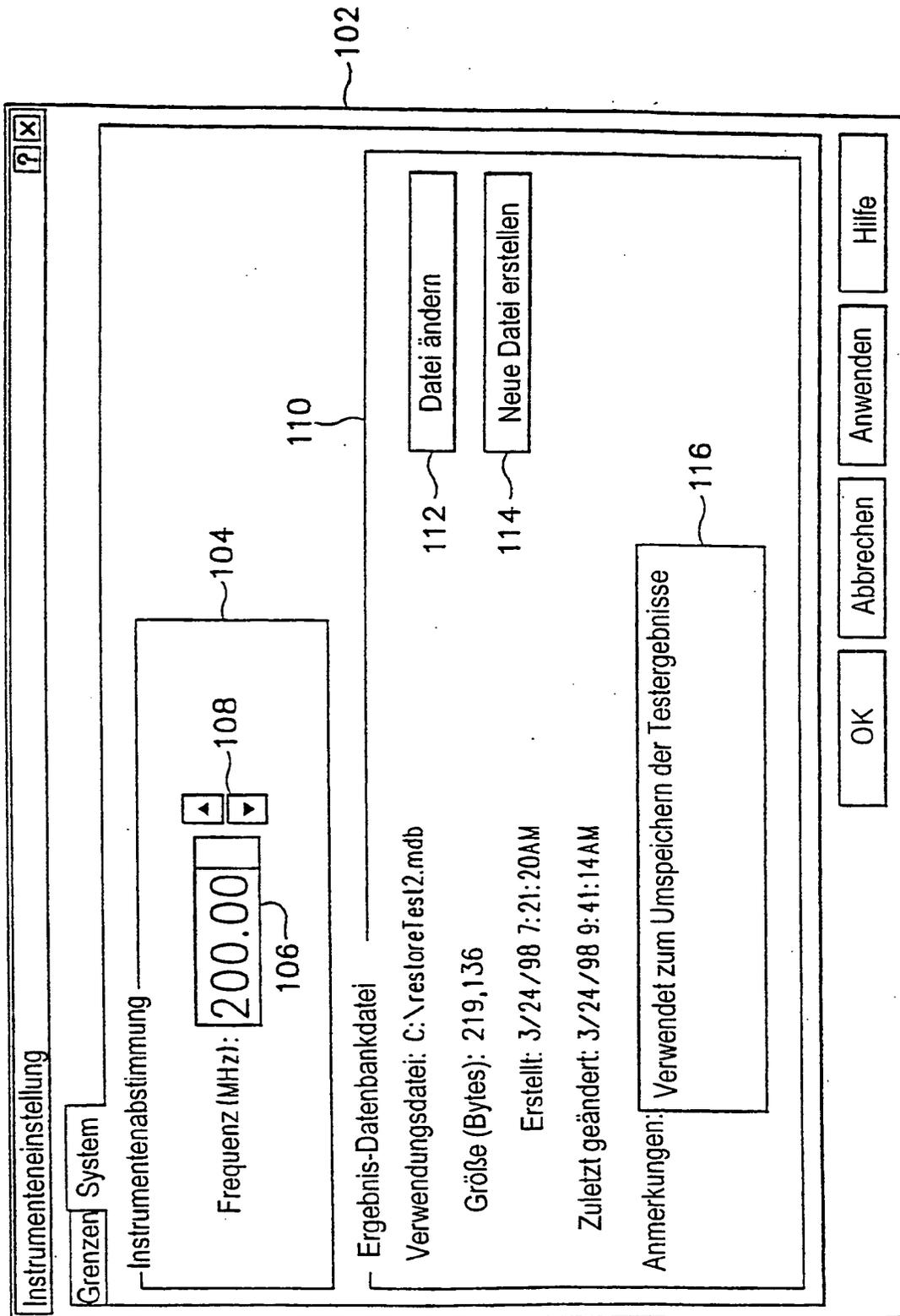


FIG.5

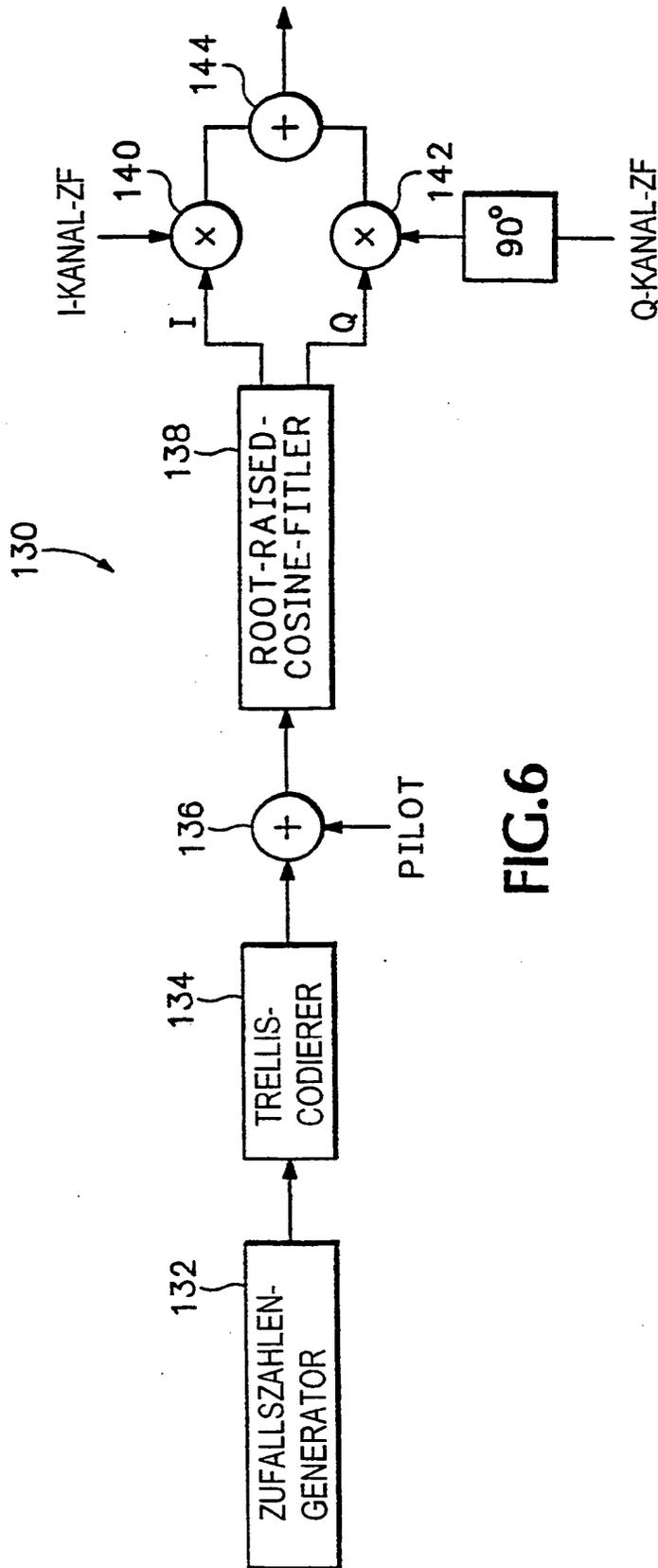


FIG. 6

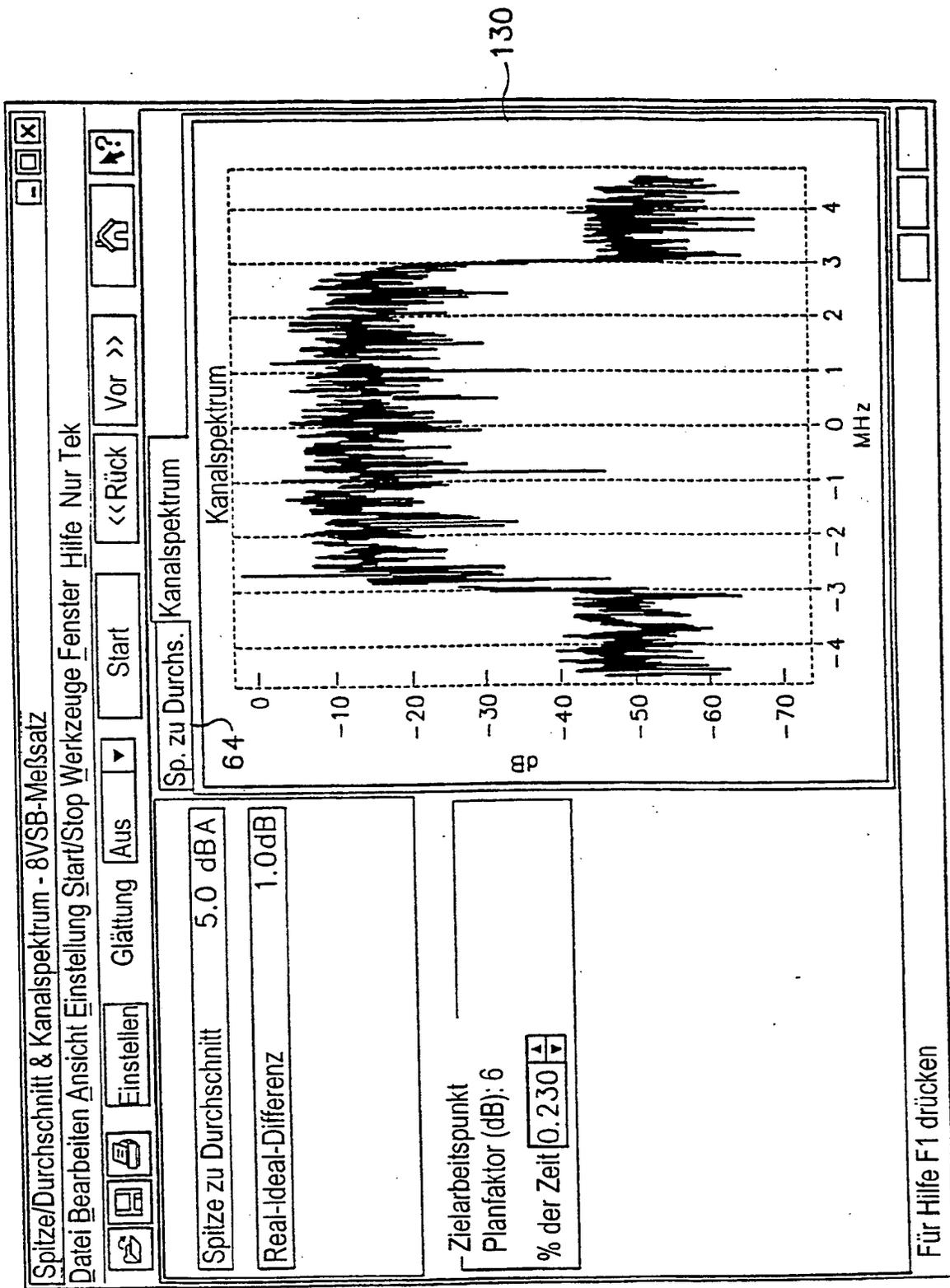


FIG.7